تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي لإعداد شرائح معدنية متعددة الألوان واستخدامها في تصميم الحلي المعدنية

Enabling Techniques Alternative to Mokume Technique for Preparing Multi-Color Metallic slices and Use them in the Design of Metal jewelry

أ. د/ عبد العال محمد عبد العال

أستاذ التصميم بقسم المنتجات المعدنية والحلي - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Prof. Dr . Abdel Aal Mohammed Abdel Aal

Professor of Design, Department of Metal Products and Jewelery Faculty of Applied Arts, Helwan University

abdelaal.m.abdelaal@gmail.com

م.د/ هالة مهدي

مدرس بقسم المنتجات المعدنية والحلي - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Dr . Hala Mahdy

Dr. at the Department of Metal Products and Jewelery Faculty of Applied Arts, Helwan University

hala_mahdy55@yahoo.com

الباحثة/ هاجر محمد رشاد

باحثة بمرحلة الماجستير- بكالوريوس الفنون التطبيقية - قسم المنتجات المعدنية والحلي - كلية الفنون التطبيقية جامعة حلوان

Researcher Hagar Mohamed Rashad

A researcher with a master's degree - Department of Metal Products and Jewelery - Faculty of Applied Arts, Helwan University

hagarmohamed92@yahoo.com

الملخص

يهتم مصمم الحلي بدراسة مظهر السطح والبحث حول تطوير التقنيات القديمة للحصول علي تقنيات تمكينية متعددة لمعالجة مظهر سطح الحلي، وتعتبر تقنية الميكومي هي إحد التقنيات التي شاع استخدامها في اليابان منذ اكثر من ألف عام وطريقة التقنية معقدة فتعتمد علي الإحتمالية ونتائجها غير متوقعة، حيث يظهر في السطح تداخلات وتموجات لونية وتستخدم هذه التقنية في مجالات التشغيل المعدني وتصميم الحلي وتقوم هذه التقنية علي التجربة فلا تتناسب مع الإنتاج الكمي المتكرر ؛ لذلك يجب الوصول إلي تقنيات أخري بديلة تعطي نتائج محددة , وذلك باستبدال الخطوات التقنية بتقنيات تقليدية أومتقدمة أو الجمع بين أكثر من تقنية للحصول علي تقنيات جامعة يكون أساسها الدمج أو الخلط الميكانيكي المعدني بين العناصر.وتتلخص مشكلة البحث في التساؤل التالي: هل يمكن الحصول علي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي لإعداد شرائح معدنية متعددة الألوان واستخدامها في تصميم الحلي المعدنية؟ ويهدف البحث إلي إيجاد مداخل تصميمية جديدة لمعالجة الأسطح المعدنية عن طريق الحصول علي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي للحصول علي أسطح ذات ألوان متعددة والإستفادة من التنوع اللوني في مظهر السطح في تصميم الحلي المعدنية . وتكمن أهمية البحث في الوصول إلي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي وتطوير التقنية عن طريق الخلط بين ألوان المعادن المختلفة وإعداد شرائح ذات ألوان فلزية متعددة. واستخدم البحث المنهج الوصفي التحليلي والإستنتاجي ، وقد تم الوصول إلى نتائج البحث وهي تقنيات تمكينية

بديلة لتقنية الميكومي مثل: اسلوب قص الشرائح أو الأسلاك ولحامها ودرفلتها, اسلوب استخدام العجائن الفلزية بوضعها علي سطح شريحة معدنية ثم معالجتها حرارياً ثم درفلتها.

الكلمات مفتاحية

تلبيد – حلي – تقنية – ميكومي - دمج معدنى.

Abstract:

The jewelry designer is interested in studying the appearance of the surface and researching the development of ancient techniques to obtain multiple enabling techniques for processing and enriching the appearance of the surface of jewelry. The technique is complex and the results are unexpected, The surface appears in color overlaps and ripples, This technology is used in the fields of metalworking by design. This technology is based on experience and is not compatible with repeated quantitative production. Therefore, other alternative techniques must be reached that give specific results by replacing the technical steps with the introduction of traditional or advanced techniques or combining more than one technique to obtain comprehensive techniques based on merging or mixing Metal mechanic between the elements. The research problem is summarized in the following question: Is it possible to obtain alternative enabling techniques for the mokume technique to prepare multi-colored metal slices and use them in the design of metal jewelry ?The research aims to find new design approaches for the treat metal surfaces by obtaining alternative enabling techniques for the Mokume technique to obtain surfaces of multiple colors and to take advantage of the color diversity in the surface appearance. The research used the descriptive, analytical and deductive approach, and the results of the research were represented in presenting alternative enabling techniques to the mokume technique, such as: The method of cutting slides or wires and distributing them on the surface of a metal slide by welding and then rolling, the method of using metallic pastes by placing them on the surface of a metal slide, then thermally treated and then rolling.

Keywords:

Sintering - jewelry - Technique – mokume - Compacting Metals.

مقدمة:

إن التقدم التكنولوجي في القرن ٢١ أحدث تطور في كل المجالات العلمية والعملية والفنية وقد أدي هذا التطور إلي توسيع نطاق الإبتكار في التشكيل بما يعطي المصمم وفرة متنوعة للإبداع والإبتكار بتحديث التقنيات والخامات وتوظيفها في مجال تصميم الحلي. في مجال المنتجات المعدنية يجب ألا يقتصر دور المصمم علي توظيف ما لديه من خامات وتقنيات ولكن عليه التوظيف بين الشكل والخامات ومعرفة خصائص الخامات وكيفية تطويعها بدراسة خصائص الخامة الفيزيائية والكيميائية والميكانيكية وامكانيات تشكيلها لان دراية المصمم بإمكانيات الخامات وطرق معالجتها يؤدي إلي زيادة قدرته الإبتكارية بصفة عامة. ويسعي المصمم دائما إلي الإبتكار في التصميم من حيث الشكل والخامة. ولا يكتفي بما هو موجود من خامات معدنية تقليدية. ولكن ينصب اهتمامه في مجال تشغيل وتشكيل المعادن بالبحث والتجريب والتحليل؛ للوصول إلي معطيات جديدة تتكون بها رؤي تشكيلية مستحدثة متوافقة مع المتطلبات الفنية والفكرية والتقنية المعاصرة. وبذلك

يستطيع السيطرة علي الخامة لإستثمار أقصي قدر من إمكانياتها, والبحث عن اساليب لمعالجة الأسطح المعدنية للتوصل إلي خامات وخواص تساعده في إعداد شرائح معدنية غير تقليدية وإعداد خامات سابقة التجهيز يستعين بها في ابتكاراته التصميمية واستخداماتها في مجالات مختلفة كمجال تصميم وتصنيع الحلي.

إشكالية البحث:

يهتم مصمم الحلي بتصميم اشكال تثير الحاسة البصرية لذلك يهتم بمظهر السطح الذي يتحقق بتقنيات متعددة لمعالجة مظهر السطح, فمن التقنيات القديمة التي تعالج مظهر السطح هي تقنية الميكومي وقد شاع استخدام تقنية الميكومي في فنون اليابان منذ حوالي ألف عام وكانت هي الوسيلة الناجحة للحصول على أسطح مموجة بالألوان الفلزية والمعدنية المختلفة، وتقنية الميكومي تقوم على التجربة الفنية غير المتكررة، وهذه التقنية تأخذ وقت وجهد كبير ولاتتناسب مع الإنتاج الكمي المتكرر لذلك يجب ان يتم الوصول إلي تقنيات يستطيع المصمم من خلالها إعداد شرائح معدنية مما استوجب أهمية البحث التجريبي باستخدام تقنيات اخري بديلة لتقنية الميكومي تعطي نتائج متوقعة ومحددة تقديرياً عن طريق البحث عن البدائل التكنولوجية لتقنية الميكومي للحصول علي أسطح ذات ألوان متعددة

فإن ما يحدث في تقنية الميكومي تعدد أكثر من عنصرين والخلط بينهم. فيتم إستبدال الخطوات التقنية تقنيات أخرى تقليدية أو متقدمة أو الجمع بين أكثر من تقنية للحصول على تقنية تمكينية جامعة يكون أساسها الدمج أو الخلط الميكانيكي بين العناصر وتحديد الثوابت والمتغيرات بين المدخلات

مشكلة البحث

تتلخص مشكلة البحث في السؤال التالي:

هل يمكن الحصول علي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي لإعداد شرائح معدنية متعددة الألوان واستخدامها في تصميم الحلي المعدنية؟

أهمية البحث

بناء علي المعلومات النظرية والتجارب العملية التي ستتم في البجث ، وعليه تتلخص أهمية البحث فيما يلي:

- الوصول إلي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي وتطوير التقنية للحصول علي إثراء مظهر السطح عن طريق الخلط بين ألوان المعادن المختلفة.
- إعداد شرائح ذات ألوان فلزية متعددة لإستخدامها في تصميم الحلي المعدنية.
-

أهداف البحث

يهدف البحث إلي إيجاد مداخل تصميمية جديدة لمعالجة الأسطح المعدنية تثري تصميم الحلي عن طريق الحصول علي تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي للحصول علي أسطح ذات ألوان متعددة والإستفادة من التنوع اللوني والتأثيرات المتنوعة في مظهر السطح في تصميم الحلي المعدنية.

فرض البحث:

أن وجود تقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي لإعداد أسطح وشرائح ذات ألوان متعددة تضيف قيم فنية مبتكرة والحصول علي تنوع مظهري لوني لإستخدامها في مجال تصميم وصياغة الحلي المعدنية.

منهجية البحث

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التجريبي.

حدود البحث:

تقتصر الدراسة علي إنتاج شرائح معدنية ذات ألوان متعددة ومتنوعة في المظهر السطحي عن طريق إيجاد تقنيات تمكينية بديلة لاستخدامها في تصميم وصياغة الحلي المعدنية.

تقتصر الفلزات المستخدمة علي المعادن اللدنة الرخيصة مثل النحاس الأحمر والأصفر والفضة.

مفاهيم ومصطلحات البحث

التلبيد Sintering:

"هوعملية تسخين للقطعة المكبوسة إلى درجة حرارة عالية حتى يزداد تماسك الجسيمات وقوة الترابط بينها"(١)

الدمج المعدنى Compacting Metals:

وردت كلمة الدمج فى المعجم الوجيز بالتعريفات الآتية :(٢)

- (دَمَجَ) الشيء فى الشيء: دخل وإستحكم فيه.
- (أَدمَجَ) الحبل: أحكم فتله فى رقة.
- (أدمَجَ) الأمــر: أحكمـه.
- وقد تم تعريف التدميج Compacting فى معجم تشكيل المعادن بأنه :

مرحلة من مراحل عملية تشكيل المساحيق، فيها توضع توليفة المسحوق فى قالب، ثم يدفع سنبك فى القالب لكبس المسحوق على هيئة كتلة مدمجة تخرج من القالب، ويلى ذلك عملية تلبيد الكتلة(٢).

ويوجد أنواع مختلفة من التدميج فعلى سبيل المثال التدميج بالتفجير، التدميج بسرعات عالية، التدميج بالصب الإنزلاقى، التدميج بالمجالات المغناطيسية.

الحلي

الحلي ليست مجرد اشياء تتزين بها السيدات إنماهي فن له جمالياته وتجلياته ذو تاريخ عريق اهتم به الإنسان قديماً وكان المصريون من أوائل الشعوب في ريادة هذا الفن الفريد"(٣).

تصميم الحلي:

تعتبر الحلي بسماتها التكوينية الدليل المادي المعبر عن تصورات إنسانية لقيم مرغوب في تواجدها وشأن الشكل في الحلي كشأن سائر الأشكال الفنية فأشكال الحلي تتضمن قيم مباشرة وقيم مستترة ، فالقيم الفنية المباشرة تتمثل في توافق الهيئة مع الإحتياج

المعتاد وسهولة الإدراك للمحتوي الظاهر أما القيم المستترة تتضمن العلاقات التكوينية، فتصميم الحلي له تطبيق خاص يتجاوز بعض حدود القيود المتعلقة بالوظائف غير الجمالية ذلك لأن الحلي تصاغ لتحقيق مظاهر فنية وجماليات الشكل تمثل المغزي الأساسي في اطار يسمح بوجود علاقة متناسبة بين جماليات الشكل وتحقيق الموائمة الإستخدامية(٤).

المعادن والفلزات: تصنف المعادن إلى فرعين رئيسيين، هما معادن فلزية ومعادن لافلزية كما يلي:

- **المعادن الفلزية** مثل(الذهب والفضة والبلاتين)، وأما الفرع الثاني.
- **المعادن اللافلزية:** تشتمل على مجموعات، من بينها مجموعة.

معادن الزينة Stones Gem مثل : الماس والياقوت والزبرجد والبريل والتركواز والتوباز .هما إذن فرعان لأصل واحد وهو المعادن وكلا الفرعين الفلزي واللافلزي تستخدم في الزينة(٥).

تعريف التقنية:

كلمة غير عربية وهي ترجمة للكلمة الانجليزية "Technique",إن كان المجمع اللغوي قد أقرها سنة ١٩٧٣ نظرا لشيوع استخدامها وكذلك استخدام أهل الشام والمغرب العربي لها(٦).

وتعتبر كلمة تقنية مصدر تقن: أسلوب في انجاز عمل أو بحث علمي ونحو ذلك أو جملة الوسائل والأساليب والطرائق التي تختص بمهنة أو فن واتقن الشئ أي أحكمه وأحسنه لقول الله تعالي "صنع الله الذي اتقن كل شئ(٧) (من سورة النمل الاية ٨٨)،وفيما يلى عرضاً مفصلاً لخطوات البحث:

أولا: تقنية المكومي:

يعتبر فن المكومي هو اقدم تقنيات الخلط او الدمج الميكانيكي التي كانت تستخدم قديما فهي كانت من أهم تقنيات معالجة الأسطح عن طريق إضافة القيمة اللونية للمعدن والحصول علي التباين اللوني لإثراء مظهر السطح (حيث تم استخدام هذه التقنية منذ ٣٠٠ عام لصنع السيوف في اليابان وتكون تقنية "mokume gane"من صفائح معدنية توضع في كتلة باللحام فهي تقنية أكثر تعقيدا لكن النتائج النهائية أفضل بكثير(٨).

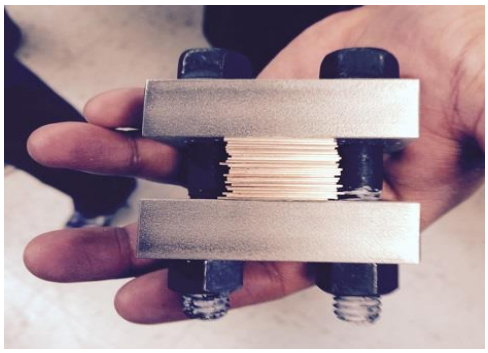
وقد أطلق اليابانيون على هذا الأسلوب (Mokume Gane) حيث تعني كلمة Mokume تجاذيع الخشب وكلمة Gane تعني المعدن، أي أن هذه التقنية تسمى تجازيع الخشب المعدنية، والاسم محتمل أن يكون قد صيغ هكذا لأن المنتج النهائي يشبه في مظهره العام السطحي لرقائق الخشب "(٩).

ويتم تنفيذ تقنية mokume gane عن طريق تكوين كتلة من شرائح المعادن وتتنوع في سمكها من ٠,٨ وحتي ١ مللي تقريبا متساوية في الحجم يتم تقطيعها مربعات أو مستطيلات من معادن مختلفة الألوان مثل الفضة والنحاس الأحمر ثم يتم تنظيفها جيدا وإزالة أي دهون أو زيوت أو أكسدة بعد ذلك يتم وضعهم فوق بعضهم البعض وربطهم لضمان الإلتصاق الشديد بين الطبقات ولحامهم تحت درجة حرارة عالية ثم يتم بعد ذلك طرق ودرفلة الكتلة للحصول علي السمك المطلوب ثم يتم عليها عمليات أخري مثل البرد أو الطرق أو الحفر والدرفلة للوصول للسمك المطلوب وهو غالباً حوالي ٠,٨مم مما ينتج عنها تباين لوني غير ملموس ومظهر سطحي متميز فكانت تستخدم كمادة للتطعيم في تصميم الحلي ومختلف المشغولات المعدنية حيث كان استخدامها الأول في اليابان في عمل المنتجات المجوفة (الأواني).

شكل(١) يوضح عملية الطرق والكبس على الكتلة المعدنية بعد خروجها من الفرن

شكل (٢) كبس الكتلة المعدنية

شكل (٣) يوضح ربط الكتلة المعدنية بين مسطحين من الفولاذ



شكل (٤) يوضح درفلة الكتلة المعدنية التي دم دمجها

شكل (٥) صورة لنموذج من السيوف والخناجرالمصنوع بتقنية الدمج الميكانيكي المعدني

شكل (٦) توضح سطح معدني منفذ بتقنية الدمج الميكانيكي المعدني

النشأة التاريخية لتقنية المكومي:

ترجع تقنية الدمج الميكانيكي المعدني إلي دولة اليابان في أواخر ١٦٠٠م إلى منتصف ١٩٠٠م، ويرجع ابتكار تقنية الدمج الميكانيكي المعدني في اليابان إلى فنان يسمي"Denbei shoami"، عام"١٦٥١م – ١٧٢٨م" وهو الذي عاش بولاية أكيتا Akita شمال غرب اليابان().[١]

وكان Denbei هو الفنان الذي تم السماح له باستخدام اسم shoami نسبة إلى مدرسة shoam التي بدأت نشاطها في Kyoto أواخر ١٥٠٠م، وكان Denbei مدعوم أيضاً من satak الذي كان بعد ذلك اللورد الإقطاعي لمنطقة Akita().[٢]

إن ميكومي جان كانت أحد أهم ابتكارات Denbei shoami. فهو كان من أهم فنانين اليابانفي تلك الحقبة التاريخية حيث قدم الكثير لهذه التقنية مثل نماذج ممتازة من مكملات السيوف الفولاذية ,فكان السيف من أهم المصنوعات المعدنية الرئيسية في ذلك العصر، ولهذا السببتم استخدام افضل وادقالتقنيات المعدنية ، لتجهيز العديد من هذه السيوف.

وفي ربيع عام ١٩٧٧م تم تبادل معلومات وخبرات جماعة تدعى الاخوان في السبائك اليابانية والأكسدة والطرق والتقنيات، واشترك مجموعة كاربوندال معهم في فهم التطبيقات العملية الخاصة بفن التشكيل المعدني في ورش العمل الخاصة بموكيوم جان.

وبعد أن تبادلوا معلوماتهم وخبراتهم وعندئذ قام طالب من جامعة جنوب الينويز (Siuc) بإنجلترا يسمى Marvin Jensen بتجربة في غاية الأهمية، وكانت تلك التجربة عبارة عن استخدامه لوسيلة جديدة لكبس كتلة طبقات المعدن أثناء عملية دمجهم، وقد كانت تلك الوسيلة عبارة عن مسطحين من الفولاذ الطرى (المطاوع) تقريباً تخانة أحدهما ٤/١ بوصة والأخرى نصف بوصة، هذين المسطحين قد تم ثقبهم من الأركان وعلى محيط المساحة من أربعة إلى ستة ثقوب مرروا من خلالها مسامير حديدية أحكم ربطها جيداً، للحصول على أكبر كبس ممكن على المسطحات المعدنية أثناء دمجهم. بعد ذلك استخدم الأخوان Pijanowsikis أسلاك الحديد الثقيلة، والتي زادت من الكبس المطلوب وقللت من الوقت المتطلب لإعداد الشرائح، وهذا الابتكار حسن كثيراً من نسب النجاح لعملية الدمج(١٢).

وبعد ذلك قام صائغ الذهب steve Midgett – وهو أمريكي مهتم بتقنية الدمج المعدني – بنشر كتب وبرنامج فيديو عن الدمج الميكانيكي المعدني، مما ساعد على زيادة فهم التقنية، وقد صرح أحد خريجي جامعة جنوب اليونيز (Siuc) وأكد بأن هناك أناس في أمريكا يستخدموا تقنية الدمج الميكانيكي المعدني أكثر مما يوجد في اليابان.

ويمكن شرح طريقة الدمج الميكانيكي المعدنى التي إستخدمها الأخوان Pijanowskis والتى أطلق عليها إسم "الطور السائل للحام بالانتشار" فى الخطوات التالية:

أولاً عملية تنظيف الشرائح المعدنية المراد دمجها من أى أكسدة أو دهون موجودة على أسطحها، بعد ذلك يتم ترتيبها فوق بعضها البعض بالتناوب مابين المعادن المختلفة وربطها بين طبقتي الحديد الذي تم تغطيته بعازل لمنع التصاقه بكتلة الشرائح أثناء عملية التلبيد، بعد ذلك تم وضع كتلة الشرائح داخل كور الفحم وهو مصدر حرارى كان يستخدم فى صهر المعادن قديماً، وتم تسخينها حتى بدأت المعادن الموجودة بالكتلة في الارتشاح (ظهور قطرات المعادن المنصهرة بما يشبه قطرات العرق على جانبى كتلة الشرائح)، وعندئذٍ يتم إخراج كتلة الشرائح من كور الفحم بسرعة وبحذر وتطرق بخفة بواسطة مطرقة خشبية، والهدف من هذا الطرق هو تحسين قوة اللحام وتخفيض سمك الكتلة"(١٢).

يتم باختيار سبائك معدنية مختلفة ومتنوعة في الخصائص في تقنية mokume ومعظم الخصائص المطلوبة في المعدن تكون في اللون وقابلية التشكيل.

يتم عمل التصميم المطلوب وعادة ما يكون مشابه لأشكال تجازيع الخشب، ويبدأ المصمم أولى مراحل التنفيذ بإعداد المسطحات المعدنية وتتنوع تخاناتها من أرق سمك ممكن وحتى سمك (١ سم) تقريباً،ثم يتم تقطيع المسطحات في شكل واحد (مربع أو مستطيل) ثم يتم تنظيفها بشكل كلى لإزالة أي دهون أو زيوت أو أي أكسدة يمكن أن توجد عليها، بعد ذلك يتم ترتيبهم بشكل متلاصق وربطهم معاً لضمان الالتصاق الشديد بين كل السطوح، بعد ذلك يتم تسخين كتلة الشرائح بوضعها داخل فرن كهربائى حتى يتم الإلتحام بين طبقاتها. بعد ذلك يتم طرق الكتلة وكبسها حتى نحصل على السمك المطلوب للتصميم، وبعد ذلك يمكن تنفيذ ذلك التصميم بالتناوب ما بين تقنيات القطع والحفر والبرد والتجليخ والدرفلة والطرق، مما ينتج عنها أسطح ذات مستويات وهيئات ملمسية متباينة.

كما أن اللون في هذه التقنية ليس مصدره الألوان الطبيعية للمعدن فقط وإنما يمكن أن يتم الحصول عليه عن طريق الأكسدة المتنوعة والتي يمكن أن يتم الحصول عليها من خلال بعض التطبيقات الحرارية أو الكيميائية.

وكما ذكر من قبل أنه هذه تقنية تعتمد كليا على خاصية الإنتشار حيث يتم لحام طبقات المعدن ببعضها البعض بدون أي وسيط في اللحام، وكان هذا شرح تقنية الدمج الميكانيكي بطريقة الإخوان Pijanowskis.

ومن خلال ما سبق يتضح أن اليابانيين استخدموا تقنية "ميكومي جان "لابتكار طرق جمالية وتزيينية، عن طريق استخدام طبقات متعددة ومختلفة من أنواع السبائك المعدنية للمعادن الثمينة وغير الثمينة، بينما الإستخدام الأمريكي كان يهدف إلى تغطية أو تكسية المعدن غير الثمين مثل النحاس، للحصول على المظهر الثمين لإعداد شرائح معدنية متعددة الألوان واستخدامها في تصميم الحلي المعدنية.

ثانياً: التقنيات التمكينية البديلة

يمكن أيضاً تنفيذ التقنية عن طريق إعداد مسطحات المعدنية متنوعة في التخانات من أرق سمك ممكن وحتى سمك (١ سم) تقريباً، وهذه المسطحات يتم تقطيعها في شكل واحد (مستطيل أو مربع) بألوان المعادن المختلفة مثل شريحة من النحاس الأحمر وشريحة من النحاس الأصفر أو شريحة من الفضة ويتم تنظيفها جيداً بشكل كلى لإزالة أي دهون أو زيوت أو أي أكسدة أو رواسب يمكن أن توجد عليها، بعد ذلك يتم ترتيبهم بشكل متتالي ومتلاصق ووضع بينهم برايك من الفضة أو برادة الفضة مع مساعد الصهر ولحامهم ثم تعريضهم للحرارة والتأكد من لحامهم جيداً ثم يتم الطرق والدرفلة ثم التخويش والتفريز ثم الدرفلة مما ينتج عنها أسطح ذات مستويات وهيئات ملمسية متباينة في ألوان المعادن التي يمكن أن يتم استخدامها لإثراء مظهر سطح الحلي.

ظاهرة الإنتشارأو خاصية اللحام بالإنتشار

الإنتشار هي عملية توزيع جزيئات أو ذرات أو حبيبات بشكل متساوٍ في فراغ أو في حيّز متاح أو تخللها خلال حاجز غشائي، ويتم الإنتشار بإنتقال الجزيئات أو الذرات من منطقة ذات تركيز عالي إلى منطقة ذات تركيز أقل حتى يتساوى تركيز الجزيئات في المنطقتين.

تنشأ ظاهرة الإنتشار بسبب الحركة الحرارية العشوائية لجزيئات المادة التي تصطدم مع بعضها البعض وتتباعد لتشغل جميع الحيز المتاح لها.

ظاهرة الإنتشار في الفلزات الجامدة:

في الحالة الجامدة داخل الفلزات والسبائك تعتمد التغيرات التي تحدث بداخلها مثل التحولات والتغييرات في التركيز بين موقع وآخر على آلية الإنتشار بين ذراتها، ويسمى تغيير موقع الذرات أو هجرتها أو تبادل أماكنها في الحالة الجامدة للفلزات بالإنتشار Diffusion.

ولذلك فإن الذرات في الأجسام الجامدة (الفلزات) تكون في حركة دائمة، وهذه الحركات الذرية متلازمة مع الفراغات الموجودة في "الأجسام الصلبة، ويعرف الإنتشار بأنه انتقال الذرات بصورة كمية من مواقعها لمسافات أكبر من الأبعاد الذرية بينها." [١٤]

في حالات المادة لأجسام الصلبة تكون سرعة الانتشار ٠,٠٠٠١ مم في دقيقة.

هناك عدة عوامل تؤثر في سرعة الإنتشار وتشمل:

- درجة الحرارة والتناسب معها طردي، فبإرتفاع درجة الحرارة ترتفع الطاقة الحركية لجزيئات المادة، وتزيد عدد اصتداماتها في الثانية الواحدة، وبالتالي ضغط الإنتشار.
- حجم الجزيئات وتناسبه عكسي.
- فرق التركيز في المحلول والتناسب طردي.
- حالة المادة فالإنتشار في الغازات أسرع منه في السوائل، وهو أبطأ مايكون في الأجسام الصلبة. وذلك لضعف ارتباط الجزيئات مع بعضها البعض في الحالة الغازية، ولحركتها العشوائية، والتي تقل في السوائل وتكون شبه منعدمة في الحالة الصلبة.

فأن الذرة يمكن أن تتحرك عندما تحصل على الطاقة التنشيطية المطلوبة، فعملية الإنتشار تحدث بقوة في وجود درجات حرارة عالية، لأن الكثير من الطاقة يضاف إلى الجسم الصلب عن طريق الطاقة الحرارية و التى من خلالها يتم السماح لحركة ذرية أكبر فى الجسم الصلب . ويمكن استخدام خاصية "الإنتشار" في لحام المعادن، ، حيث تنتشر الذرات بين طبقات المعدن وتربطهم سوياً، وينتج عنها بناء مترابط ومتجانس وهذه العملية يمكن أن تستخدم في لحام المعادن المتماثلة أو غير المتماثلة عن طريق العديد من أساليب اللحام المتنوعة.

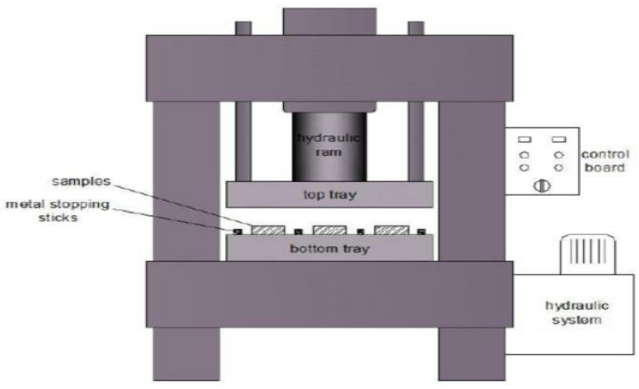
وهناك العديد من أساليب وتقنيات اللحام بالإنتشار يتم استخدامها حالياً في لحام كثير من المواد، مما أدى إلى الإهتمام الكبير بتلك العملية مع تطوير كثير من التطبيقات الجديدة، فعملية اللحام بالإنتشار تعتبر من أحدث الطرق في اللحام المتطور ولذلك فقد تم استخدامها في مجال النووية والالكترونية، وأيضًا صناعات الطيران والفضاء.

مراحل تقنية الدمج الميكانيكي المعدني:

تتم تقنية الدمج الميكانيكي المعدني على ثلاث مراحل هي(الكبس والتلبيد والدرفلة) نوجزها فيما يلي:

المرحلة الأولى: عملية الكبس

وعملية الكبس من اهم مراحل الدمج الميكانيكي المعدني، فلابد من كبس كتلة الطبقات المعدنية المكونة بشكل جيد جدا للتخلص من أي فراغات بين طبقات المعدن لأن تلك الفراغات تحتوي على الهواء والأكسجين الذي يساعد على تكون الأكسدة بين طبقات الكتلة في جو الفرن الساخن فيمنع بذلك الإلتحام المطلوب.



شكل رقم(٧) يوضح صورة للمكبس الهيدروليكي

ويمكن في البداية أن يتم الكبس علي البارد بين الطبقات المعدنية قبل دخولها الفرن لتلبيد الكتلة، كما يمكن أن تتم المرحلتين معا بمعنى انه يمكن أن يتم الكبس علي الساخن داخل الفرن بين الطبقات المعدنية أثناء تلبيدها وذلك عن طريق كبس الأسطح المكونة مابين كتلتين من الحديد ثم يتم ربطها وتثبيتها بمسامير ووضعها داخل الفرن وهى في تلك الحالة، وعندما تصل درجة حرارة الأسطح المكونة إلى المرحلة التى تصبح فيها هيئتها في صورة عجينة وذات درجة لدونة عالية تعمل الكتلة الحديدية على ضغط هذه الطبقات بسهولة مع إستمرار ابقائها بشكل مستوي، والكتلة المعدنية المكونة بهذه الطريقة تكون ذات صلادة عالية وذات كثافة أعلى من الكتل المنتجة بالكبس على البارد قبل التلبيد.

ويستخدم الكبس في مجال ميتالورجيا المساحيق سواء على البارد أو على الساخن بشكل واسع، ويعتبر الكبس على الساخن من الطرق التي تؤدي إلى خفض الطاقة المستخدمة للكبس، والتي تعتبر عملية كبس وتلبيد في وقت واحد كما ذكر من قبل، مما يساعد في الحصول على منتجات ذات كثافة عالية من مساحيق المعادن وسبائكها، حيث " يؤدي الكبس على الساخن إلى الحصول على منتجات ذات خواص أجود من حيث المتانة والاستطالة والصلادة ودقة الأبعاد بالنسبة لما يمكن الحصول عليه عند فصل عمليات الكبس والتلبيد(١٣)".

ومما سبق يتضح أن عند رفع درجة حرارة الكبس في حالة الكبس على الساخن قد يؤدي ذلك إلى تحسين الخواص الميكانيكية.مع العلم أنه للحصول على نفس الخواص التي نحصل عليها بالكبس عند درجات الحرارة المرتفعة يجب زيادة قوة الكبس عدة اضعاف عند درجات الحرارة المنخفضة.

يجب ان يتم إختصار الزمن اللازم للتلبيد عدة عشرات من المرات في حالة الكبس على الساخن ويعتبر هذا هو معني خفض زمن التلبيد وهو من أهم ملامح عملية الكبس على الساخن.

فإن المعدن في حالته اللينة لا يساعد على زيادة أسطح التلامس بين الطبقات فحسب بل ينساب أيضا في الفراغات التي يمكن أن توجد بين طبقات الكتلة المعدنية لانه نتيجة لتأثير قوي الكبس الخارجي عند الكبس على الساخن والحرارة العالية وهذا ما يفسره التقليل في زمن التلبيد مع الحصول على الكثافة العالية للكتلة المعدنية ، وعند ذلك يحدث انصهار المعدن عند أسطح التلامس بسبب الاحتكاك بين الطبقات المعدنية نتيجة لارتفاع درجة الحرارة، وكل هذا يعطي الفرصة للإسراع في إتمام عمليات الانتشار (diffusion) المساعدة على نجاح التلبيد.

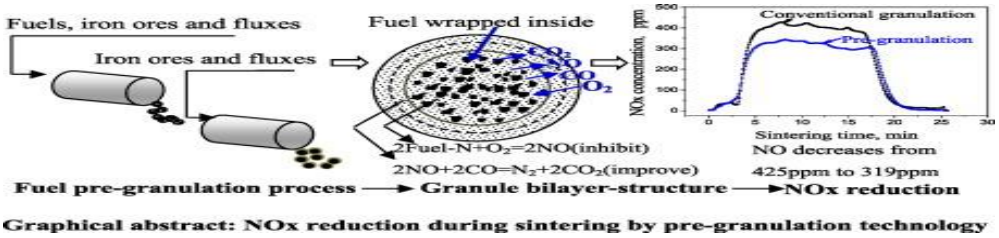
المرحلة الثانية: عملية التلبيد (sintering)

عملية التلبيد تعتبر من أهم المراحل لتقنية الدمج الميكانيكي المعدني حيث يتوقف عليها مقياس نجاح الدمج من عدمه ويعرف المختصون بمجال ميتالورجيا المساحيق التلبيد بأنه:

"عملية تسخين للقطع التي تم كبسها إلى درجة حرارة معينة، لتتم الإرتباطات الداخلية لجسيماتها، وتحقيق الإلتحام المطلوب بينها، وتتراوح درجة الحرارة التي تستخدم في عملية التلبيد بين ٠,٧- ٠,٩ من درجة حرارة الإنصهار المطلقة للمعادن المراد تلبيدها(١٤)".

وهناك تعريف اخر لعملية التلبيد وهو تسخين المساحيق الناعمة من المادة لدرجة حرارة أقل من درجة حرارة الإنصهار بغرض ربط وتجميع تلك الحبيبات الدقيقة في أحجام أكبر تكون متماثلة ومتجانسة.

وبالرغم من أن عملية التلبيد هى عملية تشكيل آلية للعديد من المساحيق المعدنية، وتقتصر على الإستخدام الصناعى فقط، إلا أن تم محاولة تطبيق نفس العملية (التلبيد) على المسطحات المعدنية المختلفة مع تبسيط الأداء التقنى.



Graphical abstract: NOx reduction during sintering by pre-granulation technology

شكل رقم (٨) يوضح شرح لعملية التلبيد

وهناك عدة عوامل تؤثر في عملية التلبيد وتحدد نسبة نجاحها وهي كالتالي:

- تأثير درجة الحرارة وتأثير الكبس وتأثير الجو والزمن على عملية التلبيد.

وسوف يتناول الباحث تلك العوامل بشيء من الإيجاز فيمايلي:

أ-تأثير درجة الحرارة على عملية التلبيد[٧]:

عند ثبوت درجة الحرارة لا تتمتع كل ذرات الطبقات المعدنية بنفس الحركة فالذرات الموجودة على الأسطح تتميز بطاقة حركية أعلى وذلك بالمقارنة بالذرات الموجودة بداخل الطبقات، لذلك ففي المرحلة الأولى من عملية التلبيد تبدأ أولا حركة الذرات الموجودة على السطح والتي تتمتع بأكبر قسط من الطاقة الحرارية التنشيطية.

وبهذا عند درجة حرارة التلبيد يمكن أن تتم عملية تبادل الذرات (هجرة الذرات) في مناطق تلامس المسطحات نتيجة لكبر حركة ذرات السطح. ومن السهل أن تترك الذرات الموجودة في الأماكن غير الملائمة من ناحية الطاقة أماكنها محاولة احتلال وضع أكثر استقرارا في الأماكن المنخفضة الموجودة بين الطبقات المعدنية وهكذا نجد أن الهجرة السطحية للذرات هي السبب الأساسي في عملية التلاحم بين الطبقات المعدنية وهو ما يسمى بالإنتشار وذلك بالتأكيد نتيجة تأثير درجة الحرارة في عملية التلبيد.

ب- تأثير الزمن عل عملية التلبيد: [٨]

يهتم العلماء كثيرا بمسألة علم حركة التلبيد، وعلى أساس التجارب والأبحاث (غير منشورة) التي تمت لدراسة علاقة الإنكماش بزمن التلبيد ثبت أنه بزيادة زمن التسخين عند درجة حرارة ثابتة أثناء التلبيد تقل سرعة الإنكماش. وتصل حدة الإنكماش إلى نهايتها العظمى في أولى لحظات التلبيد.

وبزيادة زمن التلبيد تتغير الخواص الميكانيكية للقطع المنتجة، وتصل قوة تماسك القطع إلى قيمتها العظمى خلال وقت قصير جدا، ولا يؤثر استمرار التسخين بعد ذلك على زيادة المتانة، ويفسر هذا بالتطاير البطيء للغازات من المكبوسات.

ومما سبق يتضح أن زيادة زمن التلبيد في حالة ثبات درجة الحرارة لا يؤثر على القطع المنتجة بشكل كبير، وفي حالة ارتفاع درجة الحرارة عن المعدل المطلوب فإن زمن التلبيد لابد أن يقل وإلا سوف تتلف الطبقات المعدنية المراد دمجها وفي تلك الحالة تبدأ في دخول المرحلة السائلة وتفقد طبقات المعدن شكلها وهيئتها المطلوبةونجد أن في الصناعة يتراوح زمن التلبيد بين دقائق او عشرات الساعات حسب نوع المعدن أو السبيكة المراد تلبيدها ومقدار الشحنة الموجودة فى الفرن وحسب الوسط الواقى من الأكسدة.

أ- تأثير الكبس على عملية التلبيد[٩]:

يمكن كبس الطبقات المعدنية المراد دمجها قبل عملية التلبيد وفي هذه الحالة تتطلب كبس كبير جدا ولفترة غير قصيرة، كما يمكن كبس تلك الطبقات على الساخن أثناء عملية التلبيد داخل الفرن عن طريق كبس الأسطح المتراكبة مابين كتلتين من

الحديد وربطها بمسامير تثبيت ووضعها داخل الفرن وهى على هذه الحالة، فعندما تصل درجة حرارة الأسطح المتراكبة إلى المرحلة التى تصبح فيها عجينية الهيئة وذات درجة لدونة عالية تعمل الكتلة الحديدية على ضغط هذه الطبقات بسهولة مع إستمرار إستوائها وفي هذه الحالة يكون الكبس أكثر فاعلية وتأثيرا في عملية التلبيد حيث يتطلب قوة كبس أقل من القوة التي تستخدم في حالة الكبس على البارد قبل عملية التلبيد.

ومن أهم تأثيرات عملية الكبس على الساخن التي يؤثرها في عملية التلبيد أنه يعمل على اختصار الوقت اللازم لعملية التلبيد، كما يؤثر في الخواص الميكانيكية للكتل حيث يجعل تلك الكتل تتميز بكثافة أعلى وصلابة اكثر من لو تمت عملية الكبس على البارد.

ب-تأثير الجو الذي تتم فيه عملية التلبيد:

إتضح أن تأثير الجو الذي تتم فيه عملية التلبيد هام جداً لأن معظم المشاكل والصعوبات التي واجهت الباحثين لتلك التقنية كانت بسبب الجو المؤكسد الموجود بداخل الفرن والذي يتسبب في أكسدة أسطح الطبقات المعدنية مما يمنع إلتحامها أو يصيبها بكثير من العيوب.وتم معرفة ذلك من خلال الأبحاث والتجارب علي عمليات التلبيد واللحام بالإنتشار.

ومن خلال التجارب التي تهدف إلي التحكم في الجو المحيط بالكتلة المعدنية المراد دمجها داخل الفرن تم التوصل أنه كلما انخفضت نسبة الأكسيجين في الجو المحيط بالكتلة كلما زاد ذلك من معدل نجاح العملية.

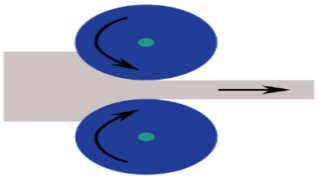
ومما سبق يتضح أن عملية التلبيد من أهم المراحل لتقنية الدمج الميكانيكي المعدني وكل العوامل السابقة تؤثر في عملية التلبيد بشكل كبير، كما أن تلك العوامل ما ترتبط ببعضها البعض ويؤثر كل منها في الآخر بشكل متبادل ولذلك فإن كل تلك العوامل تكون جميعها كتلة واحدة لا بد أن تكتمل حتى نضمن نجاح إتمام عملية التلبيد.

شكل (٩) يوضح صورة لمساحيق المعادن قبل وبعد التلبيد

المرحلة الثالثة: الدرفلة:

الدرفلة هي عملية صناعية تعتبر إحدى طرق تشكيل المعادن وهي في حالة عجينية أر شرائح لدنة ، وتعتمد فكرتها على تمرير المعدن على البارد أو الساخن عبر أجسام أسطوانية ثقيلة وذات صلادة عالية تدور في اتجاهين متضادين تسمى درافيل، والهدف الأساسي من الدرفلة هو تقليل سمك المعدن المُدَرفَل والحصول على الطول المطلوب له، أو الحصول على السمك المطلوبة، وتعد عمليات الدرفلة من أهم عمليات التشكيل اللدن نظرا لضخامة كميات المنتجات المشكلة بها.

والدرفلة في تقنية الدمج الميكانيكي المعدني لا تقتصر على تخفيض سمك الكتلة بل أن عملية الدرفلة بين الدرافيل تزيد من قوة الدمج بين الطبقات المعدنية، ثم بعد ذلك تتم عملية القطع والحفر التي تتم على القطعة المُدَرفَلة ، ثم يتم درفلتها ثانية لتسوية السطح تماما



شكل(١٠) يوضح شرح مبسط لعملية الدرفلة

شكل (١١) يوضح مثال لماكينة الدرفيل

وهناك عدة عوامل يتوقف عليها ضغط الدرفلة وهى كالآتى[٢]:

1. مقدار السحب (الفرق بين سمك القطعة قبل الدرفلة وبعدها)، فكلما زاد مقدار السحب، ازدادت مقاومة المعدن المُدَرفَل للقوى الواقعة عليها من الدرافيل.
2. درجة الحرارة، فكلما انخفضت درجة حرارة المعدن المُدَرفَل، تطلب ذلك زيادة القوة الضاغطة للدرافيل.
3. الخواص الكيميائية والفيزيائية للسبيكة المراد درفلتها، فكلما زادت نسبة صلابتها تطلب ذلك زيادة القوة الضاغطة للدرافيل.
4. قطر الدرافيل، فكلما كبر قطر الدرافيل وزاد وزنها، زادت القوة الضاغطة لها.
5. عرض المعدن المُدَرفَل، فكلما زاد عرض المعدن، زاد الحمل الواقع من المعدن على الدرافيل.
6. تخانة المعدن المُدَرفَل، فكلما صغرت تخانة المعدن المُدَرفَل، زادت قوة الضغط الكلي.
7. سرعة الدرفلة، فبزيادة سرعة الدرفلة على الساخن، تزداد مقاومة المعدن المُدَرفَل للقوى الواقعة عليه من الدرافيل.
8. حالة سطح الدرافيل، (معامل الإحتكاك) فإذا كانت الدرافيل خشنة، نتج عنها ارتفاع مقاومة المعدن المُدَرفَل للقوى الواقعة عليه من الدرافيل.

تجارب البحث

التجربة رقم ١

ومن خلال تجريب التقنيات السابق ذكرها من لحام بإنتشار وتلبيد ودرفلة تم الحصول علي مظهر سطحي متعدد الألوان كما موضح بالخطوات والصور التاليه

1- تم جدل سلكين أحدهما من النحاس الأحمر والأخر من النحاس الأصفر ثم الدرفله كما بالشكل رقم١٢.
2- تجهيز السلك لقطع متساويه الطول وتخميره وعمل قطر كما بالشكل رقم١٣.
3- تجهيز شريحه من النحاس الأحمر وتنظيفها ورص الأسلاك عيها والقطر ومساعد الصهر وفضه للحام كما مبين بالشكل رقم١٤ .
4- بعد اتمام عملية اللحام والتخلص من مساعد الصهر تم إعاده تسخين الشريحه المعدة لدرجة الإحمرار تتم عملية الدرفله كما كوضح بالشكل رقم١٥.
5- الشريحة الناتجه بعد اتمام الخطوات السابق ذكرها كما موضح بالشكل رقم ١٦.

شكل رقم (١٢)

شكل رقم (١٣)

شكل رقم (١٤)

شكل رقم (١٥)

شكل رقم (١٦)

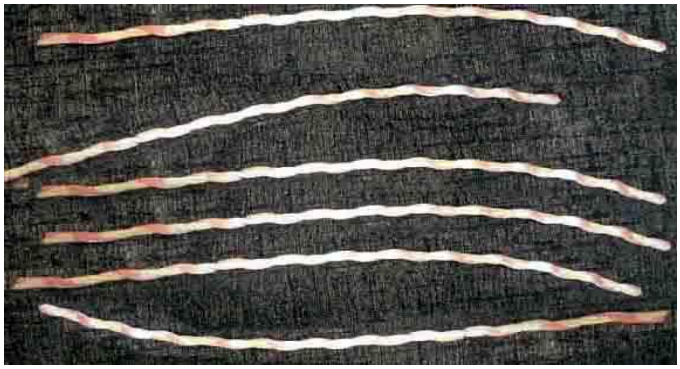
التجربة رقم ٢

ومن خلال تجريب التقنيات السابق ذكرها من لحام بإنتشار ودرفلة وإضافة مسحوق معدني من الفضة تم الحصول علي مظهر سطحي متعدد الألوان كما موضح بالخطوات والصور التاليه

١-تم جدل سلكين أحدهما من النحاس الأحمر والأخر من النحاس الأصفر.

٢-إضافة مسحوق من الفضة مع مساعد صهر علي السلك المجدول مع عمليه التسخين للحصول علي مساحات لونيه متباينة.

٣-درفلة السلك المجدول السابق اعداده واعاده التجربةعدة مرات للتمكن من عمل انتاج كمي كما في الشكل رقم(١٧) .


شكل رقم (١٧)

تطبيقات البحث من التجارب رقم (١) و (٢)

مما سبق يتضح أنه من الممكن بالتجارب المعملية الوصول إلى بدائل تكنولوجية وتقنيات تمكينية بديلة لتقنية الميكومي والحصول علي أسطح معدنية ذات ألوان متعددة علي شكل شرائح معدنية ذات مظهر سطحي متعدد الألوان تتوائم مع متطلبات الإنتاج الكمي المتكرر في مجال تصميم وتصنيع الحلي المعدنية بما يؤكد الوصول إلى هدف البحث والتحقق من فروضة.

شكل رقم (١٨) قرط معد من التجربة رقم (٢)

شكل رقم (١٩) خاتم لإصبعين معاً معد من التجربة رقم (٢)

شكل رقم (٢٠) سوار لليد معد من التجربة رقم (١)

شكل رقم (٢١) كوليه معد من التجربة رقم (٢)

شكل رقم (٢٢) سوار معد من التجربة رقم (١)

النتائج والتوصيات:

نتائج البحث:

مما سبق أمكن التوصل إلي إمكانية وجود بدائل في الأساليب التقنية للحصول علي أسطح متميزة المظهر سواء بالتننقيط أو وجود مساحات أو خطوط مختلفة في ألوانها علي أسطح الشرائح المعدنية والتقنيات التمكينية البديلة لتقنية الميكومي مثل:

- أولا : أسلوب قص الشرائح او الاسلاك وتوزيعها علي سطح شريحة معدنية باللحام ثم درفلتها.
- ثانياً: اسلوب استخدام العجائن الفلزية بوضعها في طبقات علي سطح شريحة معدنية ثم تسخينها ثم درفلتها.

ثانيا: توصيات البحث:

1- الإهتمام بالتقدم العلمي والتكنولوجي والإستفادة من الأساليب والتقنيات المستحدثة لإكتشاف طرق وتقنيات جديدة واستخدامها في التشكيل المعدني.

2- يوصي البحث بضرورة دراسة التقنيات والأساليب التشكيلية المعدنية القديمة وتجريبها وتطويرها والإستفادة منها في التشكيل المعدني بما يتوائم مع التقدم العلمي السريع في عصرنا الحالي.

3- أستمرار البحث والتجريب للوصول إلي تقنيات تمكينية أكثر وبدائل تكنولوجية متعددة لتقنية الميكومي لإستخدامها في إثراء مظهر سطح الحلي.

4- ضروروة توظيف الشرائح الناتجة واستخدامها في المنتجات عامة وفي إثراء تصميم مظهر سطح الحلي بصفة خاصة.

المراجع:

المراجع العربية:

1) الصباغ، أحمد سالم وآخرون ١٩٧٩م،"الميتالورجيا الفيزيائية للفلزات"، عالم الكتب، القاهرة.
(١alsabaghi, 'ahmad salim wa'akhirun 1979mi,"almitalurjia alfizyayiyat lilfilizaati", ealam alkutub, alqahirati.

2) عبدالواحد ،أنور محمود ١٩٧٨م ، "معجم تشكيل المعادن" ، المعاجم التكنولوجية المتخصصة ، مؤسسة الأهرام.
(٢eabdalwahid , 'anwar mahmud 1978m , "muejam tashkil almaeadini" , almuejam altalab hasab altalab , muasasat al'ahram.

3) ضيف، شوفي ٢٠٠٠م، " المعجم الوجيز" ، مجمع اللغة العربية ، مطابع وزارة التربية والتعليم.
(٣dayfa, shufi 2000m, " almuejam alwajiz " , majmae allughat alearabiat , matbaeat wizarat altarbiat waltaelimi.

4) زكي، عبد الرحمن ١٩٩٨م ،" الحلي في تاريخ الفن" ، الهيئة العامة لقصور الثقافة.
(٤zaki, eabd alrahman 1998m ,"alhali fi tarikh alfan" , alhayyat aleamat liqusur althaqafati.

5) عبد العال، محمد عبد العال،" الحركة كقيمة فنية في تصميم الحلي"،رسالة دكتوراة ، قسم المنتجات المعدنية والحلي ، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.
(٥ eabd aleal, muhamad eabd aleal," alharakat kaqimat faniyat fi tasmim alhali",risalat dukturat , qism almuntajat almaediniat walhulii , kuliyat alfunun altatbiqiati, jamieat hulwan.

6) مجمع اللغة العربية ١٩٩٤ م، "المعجم الوجيز"، وزارة التربية والتعليم المصرية، القاهرة.
6) majmae allughat alearabiat 1994 mu, "almuejm alwujiz", wizarat altarbiat waltaelim almisriatu, alqahirati.

7) "مجموعة المصطلحات العلمية والفنية"، التي اقرها المجمع المجلد ١٥ المطبعة الاميرية ١٩٧٣م.
" (majmueat almustalahat aleilmiat walfaniyati", alati aqaraha almajamae almujalad 15 almatbaeat alamiriat 1973m.

8) خطاب ،محمد عبد العزيز ١٩٧١م، " درفلة الألواح والشرائط"، سلسلة المكتبة التكنولوجية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
(٨ khitab ,muhamad eabd aleaziz 1971ma, " durfalat al'alwah walsharayti", silsilat almaktabat altiknulujiat , alhayyat almisriat aleamat lilkitabi.

9) عوض الله ،محمد فتحي١٩٨٢م، "معادن الزينة" ، دار المعارف.
(٩ eawad allah ,muhamad fatuhi1982ma, "maeadin alziynatu" , dar almaearifi.

10)عبدالواحد ، نور محمود ١٩٦٧م ، " طرق تشكيل المعادن" ، عالم الكتب ،القاهرة.
(١٠eabdalwahid , nur mahmud 1967m , " turuq tashkil almaeadini" , ealam alkutub ,alqahirati.

11)فيازينكوف ، يرماكوف ١٩٦٨م،" استعمال منتجات ميتالورجيا المساحيق في الصناعة"، دار أمير للطباعة والنشر.
(١١ fyazinkuf , yarmakuf 1968mi," astiemal muntajat mitalurjia almasahiq fi alsinaeati", dar 'amir liltibaeat walnashri.

المراجع الاجنبية:

12) Fernando,Canal Marfa,2006:“The Complete Book of Jewelry Making”,Lark Books,a division of Sterling Publishing, New York,N.Y.

13) Carles Codina 2000 : " Hand Book of Jewellery Techniques . " London ,
14) James E. Binnion 2002 : " Old Process , New Technology : Modern Mokume Gane . " Binnion Metal Arts . Bellingham , USA .
15) D. J . Stephenson 1991 : " Diffusion Bonding 2 " , Elsevier Applied Science , London ,.

مواقع الانترنت:

16) www.http://silversimithing.com.mokume.htm.

---

(١) أنور محمود عبد الواحد ١٩٧٨م : "**معجم تشكيل المعادن** ", المعاجم التكنولوجية المتخصصة, مؤسسة الأهرام, ص٤٩.

(٢) شوقى ضيف ٢٠٠٠ م : " **المعجم الوجيز** ", مجمع اللغة العربية, مطابع وزارة التربية و التعليم, ص٢٣٣.

(2)أنور محمود عبد الواحد ١٩٦٧م : "**طرق تشكيل المعادن**" – عالم الكتب – القاهرة ص ٢٣٨.

(3)عبد الرحمن زكي– **الحلي في تاريخ الفن**–الهيئة العامة لقصور الثقافة –١٩٩٨م.

(4)د. عبد العال محمد عبد العال – **الحركة كقيمة فنية في تصميم الحلي** – رسالة دكتوراه غير منشورة – قسم المنتجات المعدنية والحلي – كلية الفقون التطبيقية – جامعة حلوان.

(5) محمد فتحي عوض الله **– معادن الزينة** – دار المعارف – ١٩٨٢م.

(6) مجموعة المصطلاحات العلمية والفنية التي أقرها المجمع المجلد ١٥ المطبعة الأميرية ١٩٧٣، ص ١٣٥.

(7) **المعجم الوجيز** باب التاء مصدر(ت ق ن)،ص٧٦.

(8)Fernando,Canal Marfa,2006:"**The Complete Book of Jewelry Making**",Lark Books,a division of Sterling Publishing, New York,N.Y.10016.

(9)Carles Codina 2000: **"Hand Book of Jewellery Techniques**." London, P 66.

(10)http://www.silversmithing.com/1mokume.htm.

(11)James E. Binnion 2002: "**Old Process, New Technology: Modern Mokume Gane**. " Binnion Metal Arts. Bellingham, USA.

(1)http://www.silversmithing.com/1mokume.htm.

(2) http://www.silversmithing.com/1mokume.htm.

(1)D. J . Stephenson 1991 : " **Diffusion Bonding 2** " , Elsevier Applied Science , London , P 4.

(15) يرماكوف فيازنيكوف ١٩٦٨، "**استعمال منتجات ميتالورجيا مساحيق في الصناعة**"، دار الأمير للطباعة والنشر، ص ٨٩.

(16)أحمد سالم الصباغ وآخرون ١٩٧٩م: "**ميتالورجيا الفيزيائية للفلزات**"، عالم الكتب، القاهرة، ص ٢١٨.

(17)يرماكوف فيازنيكوف ١٩٦٨، مرجع سابق، ص ١٠٦.

(18)يرماكوف فيازنيكوف ١٩٦٨، مرجع سابق، ص ١٠٩.

(19)رماكوف فيازنيكوف ١٩٦٨، مرجع سابق، ص ١١٣.

(20)محمد عبد العزيز خطاب ١٩٧١م: "**مرفلة الألواح والشرائط**" – سلسلة المكتبة التكنولوجية – الهيئة المصرية العامة للكتاب – ص ٨.